

【特許請求の範囲】

【請求項1】 セラミックスまたはサファイアよりなる誘電体層の一方の表面に静電電極を備えるとともに、他方の表面に溝を設けて凹凸状となし、該凸部の頂面を保持面としてなる静電チャックにおいて、上記保持面を構成する凸部のうち、少なくとも最外周の凸部の幅を1~20mmとし、かつその頂面を中心線平均粗さ(Ra)で0.3μm以下の滑らかな面としたことを特徴とする静電チャック。

【請求項2】 上記保持面の溝の深さを5μm以上としたことを特徴とする請求項1に記載の静電チャック。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体製造工程において半導体ウエハを保持するために使用する静電チャックに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、半導体装置の製造工程において、半導体ウエハに膜付けを行うための成膜装置や半導体ウエハに微細を行うためのエッチング装置などには、半導体ウエハを高精度に保持するための治具として静電チャックが使用されている。

【0003】 この種の静電チャックとしては図3に示すような高絶縁性を有するアルミナ、窒化珪素、窒化アルミニウムなどのセラミックスからなる誘電体層23とセラミック基板24とを一体的に形成したセラミック基体22の内部に静電電極28を埋設してなり、上記誘電体層23の表面には溝26を形成して凹凸状とし、その凸部27の頂面を保持面25とすることにより半導体ウエハ100との接触面積を減らし、半導体ウエハ100への異物の付着をできるだけ少なくするようにしたものがあつた。なお、成膜やエッチング加工を施すには半導体ウエハ100を均一に加熱する必要があることから、上記静電チャック21をヒータにより間接的に加熱したり、静電チャック21を構成するセラミック基板24の内部に抵抗発熱体を埋設して直接発熱させるようになっていた。

【0004】 また、上記セラミック基体22の中央部には貫通孔29を穿設してあり、該貫通孔29より誘電体層23の溝26にHe等のガスを供給することにより溝26部分における熱伝達率を高めて保持面25に吸着保持した半導体ウエハ100を均一に加熱するようになっていた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、成膜加工やエッチング加工は通常 1×10^{-1} torr以下の真空状態で行われるのであるが、図3に示すような静電チャック21を用いて半導体ウエハ100を保持面25に静電吸着させ、保持面25の溝26にHe等のガスを供給すると、このガスが半導体ウエハ100と保持面25との

隙間よりチャンバー室内に流出し、チャンバー室内の真空度が低下することから半導体ウエハ100への膜付け精度や加工精度に悪影響を与えるといった課題があつた。

【0006】 即ち、半導体ウエハ100の周縁部と接触する最外周の凸部27'の幅が小さすぎると、溝26の形成時において凸部27'のエッジに欠けや割れを生じ、その結果、半導体ウエハ100を保持面25に吸着保持させても半導体ウエハ100と凸部27'との間に隙間ができることから、He等のガスがリークしていた。

【0007】 また、凸部27'のエッジに欠けや割れが生じなかったとしても、その頂面の面精度が粗すぎるとHe等のガスがリークする恐れもあつた。

【0008】 一方、半導体ウエハ100の周縁部と接触する最外周の凸部27'の幅が大きすぎると、凸部27'の内外壁面における温度差が大きくなりすぎるために、半導体ウエハ100の周縁部における熱伝達率が悪く均熱性が阻害されるために成膜精度や加工精度に悪影響を与えるといった恐れがあつた。

【0009】 さらに、図3に示す静電チャック21は、保持面25にある異物が半導体ウエハ100に付着することをできるだけ低減するために、誘電体層23の表面に溝26を形成して半導体ウエハ100との接触面積を小さくしたものであるが、溝26の深さが浅すぎると溝26底面の異物が静電吸着力により半導体ウエハ100に引き付けられるため、異物の付着量を十分に低減することができないといった課題もあつた。

【0010】

【課題を解決するための手段】 そこで、本発明は上記課題に鑑み、セラミックスまたはサファイアよりなる誘電体層の一方の表面に静電電極を備えるとともに、他方の表面に溝を設けて凹凸状とし、該凸部の頂面を保持面としてなる静電チャックにおいて、保持面を構成する凸部のうち、少なくとも最外周の凸部の幅を1~20mmとし、かつその頂面を中心線平均粗さ(Ra)で0.3μm以下の滑らかな面としたものである。

【0011】 また、本発明は上記保持面の溝の深さを5μm以上としたものである。

【0012】

【発明の実施の形態】 図1は本発明に係る静電チャック1の一例を示す図で(a)は平面図、(b)はそのX-X線断面図である。

【0013】 図1に示す静電チャック1は半導体ウエハ100と略同径の円盤状をしたセラミック基体2からなり、該セラミック基体2は誘電体層3、静電電極8、セラミック基板4とから構成してあり、少なくとも誘電体層3は高絶縁性を有するアルミナ、窒化アルミニウム、窒化珪素などのセラミックスにより形成してある。なお、静電電極8は半導体ウエハ100全体に均一な静電

吸着力が得られるようにするためにセラミック基体 2 の外径より若干小さい程度に設けてある。また、図 1 に示す静電チャック 1 は単極型のものであるが、静電電極 8 を複数枚に分割し、それぞれに通電して静電吸着力を発生させる双極型としても良い。

【0014】また、上記セラミック基体 2 のうち誘電体層 3 の表面には同心円状に複数の溝 6 a と中心より放射状に延びる複数の溝 6 b をそれぞれ刻設して凹凸状とし、上記凸部 7 の頂面を保持面 5 とするとともに、静電チャック 1 の中央部にはセラミック基体 2 の裏面まで貫通する貫通孔 9 を穿設し、該貫通孔 9 より誘電体層 3 の溝 6 に He 等のガスを供給するようにしてある。

【0015】また、静電チャック 1 の裏面には抵抗発熱体 11 を埋設したセラミックヒータ 10 を固着してあり、静電チャック 1 を間接的に加熱して半導体ウエハ 100 を加熱するようにしてある。

【0016】そして、この静電チャック 1 の保持面 5 に半導体ウエハ 100 を載置し、上記ウエハ 100 と静電電極 8 との間に電圧を印加すれば、ウエハ 100 と誘電体層 3 との間に誘電分極によるクーロン力や微小な漏れ電流によるジョンソン・ラーベック力などの静電吸着力が発生するため、半導体ウエハ 100 を保持面 5 に十分な吸着力でもって保持することができる。しかも、保持面 5 には溝 6 を設けて半導体ウエハ 100 との接触面積を小さくしてあることから保持面 5 にある異物の半導体ウエハ 100 への付着量を低減することができるとともに、セラミックヒータ 10 を発熱させて静電チャック 1 を加熱するとともに、貫通孔 9 を介して誘電体層 3 の溝 6 に He 等のガスを供給することにより、溝 6 部分における熱伝達率を高め半導体ウエハ 100 を均一に加熱することができる。なお、半導体ウエハ 100 を保持面 5 に吸着保持した時には保持面 5 の溝 6 に供給した He 等のガスがチャンパー室内にリークしないようにするために最外周の凸部 7' は上記溝 6 がチャンパー室と遮断されるように形成してある。

【0017】ところで、図 1 に示すような誘電体層 3 の表面を凹凸状とした静電チャック 1 においては保持面 5 を構成する凸部 7 のうち、少なくとも最外周の凸部 7' の幅 L が重要となる。

【0018】即ち、最外周の凸部 7' の幅 L が 1 mm 未満では、溝 6 の形成時において凸部 7' のエッジに欠けや割れが生じ易く、欠けや割れを生じると半導体ウエハ 100 との間に隙間ができるため、この隙間より溝 6 に供給した He 等のガスが成膜装置やエッチング装置のチャンパー室内にリークすることから、チャンパー室内の真空度が低下して成膜精度や加工精度に悪影響を与えてしまうからである。ただし、上記最外周の凸部 7' の外壁面 7' a は He 等のガスと接触していないことから凸部 7' の幅 L が 2.0 mm より大きくなると、凸部 7' における内外壁面の温度差が大きくなりすぎて半導体ウエハ

100 の周縁部における均熱性が阻害されるため、半導体ウエハ 100 に膜付けを施した時には均一な厚みの膜を被覆することができず、半導体ウエハ 100 に微細加工を施した時には所定の寸法通りに加工できないといった不都合を生じるからである。

【0019】その為、保持面 5 を構成する凸部 7 のうち、少なくとも最外周の凸部 7' の幅 L は 1 ~ 2.0 mm とすることが重要である。

【0020】また、最外周の凸部 7' の幅 L を規定すると同様に少なくとも最外周の凸部 7' の頂面を中心線平均粗さ (Ra) で 0.3 μ m 以下とすることが必要である。

【0021】即ち、最外周の凸部 7' の頂面が中心線平均粗さ (Ra) で 0.3 μ m より大きくなると半導体ウエハ 100 を静電吸着したとしても凸部 7' の頂面が粗すぎることから半導体ウエハ 100 との間に微小な隙間ができ、この隙間より He 等のガスがリークしてしまうからである。

【0022】さらに、誘電体層 3 の表面に刻設する溝 6 の深さ T は 5 μ m 以上とすることが必要である。これは溝 6 の深さ T が 5 μ m 未満であると、溝 6 底面にある異物が半導体ウエハ 100 とは直接接触していないものの静電吸着力によって半導体ウエハ 100 に引き付けられるため、半導体ウエハ 100 への異物の付着量を十分に低減することができないからである。

【0023】ところで、本発明はさまざまな溝 6 パターンを有する静電チャック 1 に適用できるものである。

【0024】例えば、図 2 (a) に示す静電チャック 1 は、誘電体層 3 の表面に同心円状の溝 6 を刻設して凹凸状としてなり、各リング状の凸部 7' はサイズの異なる半導体ウエハ 100 の周縁部と接触するように形成してある。なお、各リング状の凸部 7' の幅 L は 1 ~ 2.0 mm とし、かつそれらの頂面は中心線平均粗さ (Ra) で 0.3 μ m 以下の滑らかな面とするとともに、各溝 6 には独立して He 等のガスを供給するための貫通孔 9 を穿設してある。

【0025】このような溝 6 を有する静電チャック 1 は、一つの静電チャック 1 でサイズの異なる半導体ウエハ 100 を吸着保持させることができるため経済的である。

【0026】また、図 2 (b) に示す静電チャック 1 は、誘電体層 3 の表面に多数の微小な突起 7 を植設するとともに、最外周部にリング状の凸部 7' を設けたものであり、これら以外の部分を溝 6 としてある。なお、最外周部のリング状凸部 7' の幅 L は 1 ~ 2.0 mm とし、かつその頂面は中心線平均粗さ (Ra) で 0.3 μ m 以下の滑らかな面としてある。また、誘電体層 3 の中央部には上記溝 6 に He 等のガスを供給するための貫通孔 9 を穿設してある。

【0027】このような溝 6 を有する静電チャック 1 で

は、半導体ウエハ100との接触面積をさらに低減することができるため、半導体ウエハ100への異物の付着量をさらに低減することが可能である。

【0028】なお、本発明に係る静電チャック1は上述した溝6を有する静電チャック1に限定されるものではなく、少なくとも保持面3を構成する凸部7のうち、少なくとも最外周の凸部7'の幅Lを1~20mmとし、かつその頂面を中心線平均粗さ(Ra)で0.3μm以下としたものであれば良く、さらに保持面5の溝6の深さTを5μmとしたものが好ましい。

【0029】

【実施例】

(実施例1) ここで、図1に示す溝6を有する窒化アルミニウム製の静電チャック1を試作して半導体ウエハ100を吸着保持し、溝6にHeガスを供給した時のリークの有無について実験を行った。

【0030】本実験に使用する静電チャック1は、高純度の窒化アルミニウム粉末に溶媒とバインダーを添加して泥漿を製作したのち、ドクターブレード法などのテープ成形法によりグリーンシートを複数枚成形し、このうち1枚のグリーンシートにスクリーン印刷法でもって窒化アルミニウム粉末を添加したタングステンペーストを印刷したあと、上記タングステンペーストを覆うように残りのグリーンシートを積層して50℃、30kg/cm²程度の圧力で熱圧着することにより積層体を形成し、切削加工を施して円盤状とした。しかるのち、円盤状の積層体を真空脱脂し、続いて2000℃程度の温度で還元焼成することにより、誘電体層3とセラミック基板4との間に静電電極8を備えてなる窒化アルミニウム製のセラミック基体2を得た。

【0031】そして、このセラミック基体2の中央部に直径10mm程度の貫通孔9を穿設するとともに、誘電体層3の表面に研削加工を施して同心円状の複数の溝6aと中心より放射状に延びる複数の溝6bを刻設して凹凸状とし、該凸部7の頂面に研磨加工を施して保持面5を形成することにより窒化アルミニウム製の静電チャック1を得た。

【0032】ここで、最外周の凸部7'の幅Lを0.5mm、1.0mm、10.0mm、20.0mm、30.0mmとした静電チャック1を用意して成膜装置のチャンバー室に設置し、静電チャック1の保持面5に載置した半導体ウエハ100と静電電極8との間に1000Vの電圧を印加して半導体ウエハ100を吸着保持させたあと、貫通孔9より静電チャック1の溝6にHeガスを供給した時のチャンバー室の真空度を測定してHeガスのリークの有無を測定した。

【0033】なお、最外周の凸部7'を含む保持面5は中心線平均粗さ(Ra)で0.3μm以下とするとともに、最初にチャンバー室を1.0×10⁻⁵torr以下の真空状態として測定を行った。

【0034】それぞれの結果は表1に示す通りである。

【0035】

【表1】

	凸部7'の幅L (mm)	チャンバー内の真空度 (torr)
※	0.5	66
本 発 明	1.0	1.0×10 ⁻⁵ 以下
	10.0	1.0×10 ⁻⁵ 以下
	20.0	1.0×10 ⁻⁵ 以下
	30.0	1.0×10 ⁻⁵ 以下

※ 本発明範囲外

【0036】この結果、最外周の凸部7'の幅Lが1.0mmまではHeガスのリークが見られず、初期の真空状態を保つことができたが、最外周の凸部7'の幅Lが0.5mmではチャンバー室の真空度が66torrまで大幅に低下し、Heガスのリークが見られた。そこで、幅Lを0.5mmとした凸部7'について観察したところエッジ部において欠けやチッピングが発生していた。

【0037】このことから、最外周の凸部7'の幅Lは1.0mm以上の範囲で設ければ良いことが判る。

【0038】さらに、最外周の凸部7'の幅Lを1.0mm、10.0mm、20.0mm、30.0mmとした静電チャック1を用いて、保持面5に吸着保持した半導体ウエハ100に膜付けを行った時の膜厚分布について測定を行った。なお、本実験では半導体装置の製造において要求されている膜厚分布が10%以下のものを適したものとした。

【0039】それぞれの結果は表2に示す通りである。

【0040】

【表2】

7

	凸部7'の幅L (mm)	半導体ウエハの 膜厚分布(%)
本 発 明	1.0	5
	10.0	8
	20.0	10
※	30.0	12~20

※ 本発明範囲外

【0041】この結果、まず、最外周の凸部7'の幅Lを小さくすることにより膜厚分布の精度を高められることが判る。そして、最外周の凸部7'の幅Lが20.0mmまでは膜厚分布を10%以下に抑えることができたが、凸部7'の幅Lを30.0mmとしたものでは膜厚分布が12~20%と10%以下に抑えることができなかった。そこで、各々の静電チャック1を用いて膜付けした半導体ウエハ100について観察したところ、最外周の凸部7'に対応するウエハ100の周縁部における膜厚精度が膜厚分布に大きく影響しており、最外周の凸部7'の幅Lが20.0mmより大きくなるとウエハ100の均熱性が阻害され、膜厚分布に悪影響を与えることが判った。

【0042】以上のことから、最外周の凸部7'の幅Lは1~2.0mmとしなければならないことが判る。

【0043】(実施例2)次に、最外周の凸部7'頂面を中心線平均粗さ(Ra)で0.1、0.2、0.3、0.4 μ mとした静電チャック1を用意して実施例1と同様にHeガスのリークの有無について測定を行った。

【0044】なお、最外周の凸部7'の幅Lは1mmとするとともに、最初にチャンバー室を 1.0×10^{-5} torr以下の真空状態として測定を行った。

【0045】それぞれの結果は表3に示す通りである。

【0046】

【表3】

8

	凸部7'頂面の中心 線平均粗さ(μ m)	チャンパー室内の真 空度(torr)
本 発 明	0.1	1.0×10^{-5} 以下
	0.2	1.0×10^{-5} 以下
	0.3	1.0×10^{-5} 以下
※	0.4	100

※ 本発明範囲外

【0047】この結果、凸部7'頂面の中心線平均粗さ(Ra)を0.3 μ m以下としたものではHeガスのリークが見られず、初期の真空状態を保つことができたが、凸部7'頂面の中心線平均粗さ(Ra)を0.4 μ mとしたものではチャンパー室の真空度が100 torrまで低下し、Heガスのリークが確認された。

【0048】このことから、最外周の凸部7'頂面を中心線平均粗さ(Ra)は0.3 μ m以下としなければならないことが判る。

【0049】(実施例3)さらに、誘電体層3の溝6深さTを3、5、10、30 μ mとした静電チャック1を用意して半導体ウエハ100を吸着保持させたあと、半導体ウエハ100への異物の付着量をパーティクルカウンターにより測定した。

【0050】なお、本実験では半導体装置の製造において要求されているパーティクル数250個以下のものを適したものとした。

【0051】それぞれの結果は表4に示す通りである。

【0052】

【表4】

	凸部の溝深さ T (μm)	半導体ウエハの パーティクル数 (個)
※	3	500程度
本 発 明	5	200程度
	10	200程度
	30	200程度

※ 本発明範囲外

【0053】この結果、溝6深さTが5μm以上ではウエハ100までの距離が十分に離れているためにウエハ100に付着する異物のパーティクル数を200個程度に抑えることができた。これに対し、溝6深さTが3μmのものではウエハ100までの距離が短いことから溝6底面にある異物が静電吸着力により引き付けられ、半導体ウエハ100に付着する異物のパーティクル数を250個以下に抑えることができなかった。

【0054】このことから、溝6深さTは5μm以上とすれば良いことが判る。

【0055】

【発明の効果】以上のように、本発明はセラミックスまたはサファイアよりなる誘電体層の一方の表面に静電電極を備えるとともに、他方の表面に溝を設けて凹凸状となし、該凸部の頂面を保持面としてなる静電チャックに

において、上記保持面を構成する凸部のうち、少なくとも最外周の凸部の幅を1~20mmとし、かつその頂面を中心線平均粗さ(Ra)で0.3μm以下の滑らかな面としたことにより、保持面に半導体ウエハを高精度に吸着保持することができることは勿論のこと、半導体ウエハへの異物の付着量を低減することができる。しかも、保持面の溝にHe等のガスを供給することにより半導体ウエハを均一に加熱することができるとともに、ガスのリークを生じることがないため、成膜装置やエッチング加工装置のチャンバー室内の真空度を低下させることができない。その為、本発明に係る静電チャックを用いて半導体ウエハに成膜加工を施せば高精度の膜付けを行うことができ、半導体ウエハに微細加工を施せば所定の寸法通りに高精度に加工することができる。

【0056】また、本発明は上記保持面に設けた溝の深さを5μm以上としたことにより、溝の底部にある異物が静電吸着力によって半導体ウエハに引き付けられることを防ぐことができるため、半導体ウエハへの異物の付着量を大幅に低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る静電チャックの一例を示す図で、(a)は正面図、(b)はX-X線断面図である。

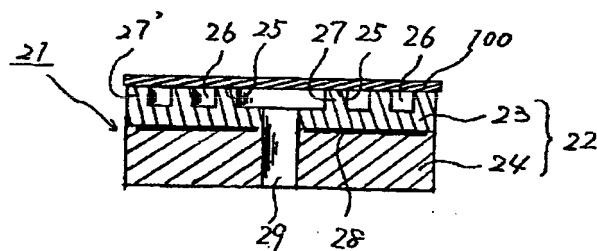
【図2】(a)、(b)は本発明に係る静電チャックの他の例を示す正面図である。

【図3】従来の静電チャックを示す断面図である。

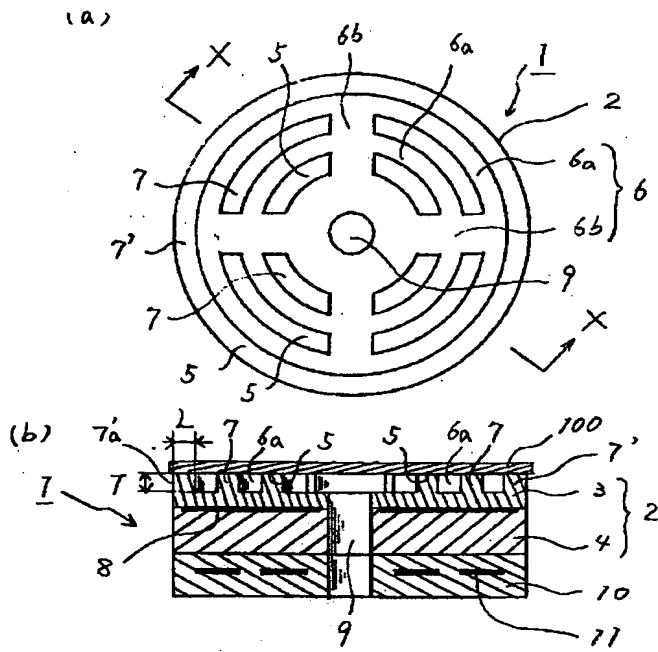
【符号の説明】

1・・・静電チャック、 2・・・基体、 3・・・誘電体層、 4・・・セラミック基板、 5・・・保持面、 6・・・溝、 7・・・凸部、 7'・・・最外周の凸部、 8・・・静電電極、 9・・・貫通孔

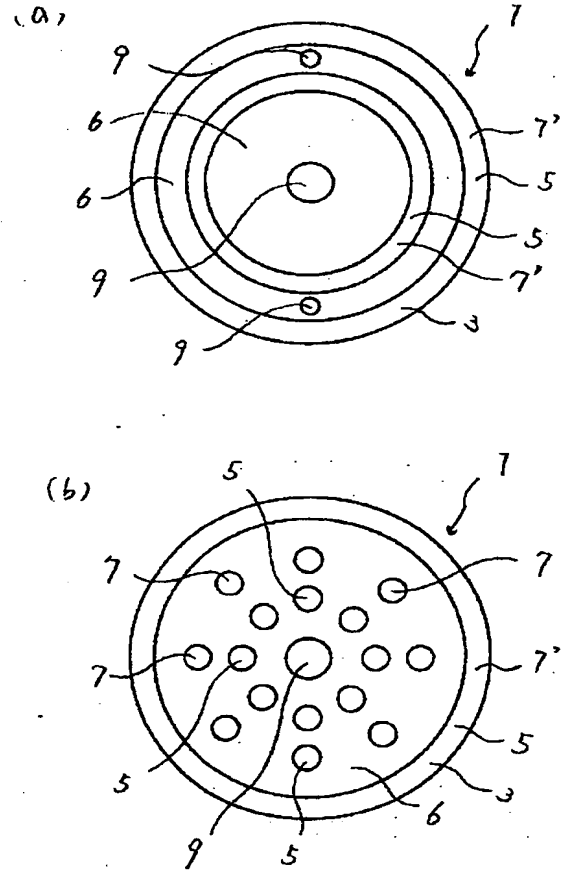
【図3】



【図1】



【図2】



THIS

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-213777

(43)Date of publication of application : 15.08.1997

(51)Int.Cl.

H01L 21/68
H02N 13/00

(21)Application number : 08-015469

(71)Applicant : KYOCERA CORP

(22)Date of filing : 31.01.1996

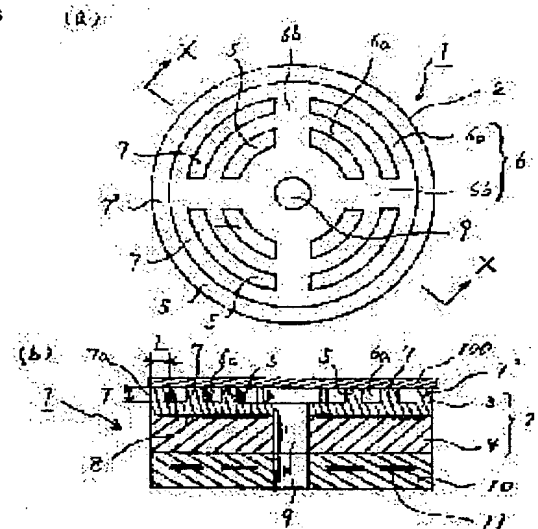
(72)Inventor : KAMIYA SATORU

(54) ELECTROSTATIC CHUCK

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the amount of adhesion of foreign matter to a semiconductor wafer, and also, heat a semiconductor wafer equally without leaking gas such as He, etc., supplied to the groove of a holding face into a chamber, in an electrostatic chuck where a groove is made on the surface of a dielectric layer.

SOLUTION: In an electrostatic chuck which is equipped with an electrostatic electrode 8 on one surface of the dielectric layer 3 consisting of ceramic or sapphire, and also has a groove 6 made on the other surface thereby being made uneven, and in which the apex of the projection 7 serves as a holding face, at least the width of the projection at the outermost periphery is made 1-20mm out of the projections 7 constituting the holding face, and besides the apex is made a smooth face 0.3 or under in average roughness (Ra) of center line. Moreover, the depth of the groove 6 provided at the above holding face is made 5 μ m or over.



FILED PAGE 84 (Page 18710)